

MISE EN ÉVIDENCE D'UNE TROISIÈME RACE PHYSIOLOGIQUE DE *MELAMPSORA LARICI-POPULINA* KLEBAHN EN EUROPE

Jean PINON et Véronique PEULON

Laboratoire de Pathologie forestière - I.N.R.A.-C.R.F.,
Champenoux, F-54280 Seichamps.

RÉSUMÉ - Plusieurs clones de peuplier résistants aux races E1 et E2 de *Melampsora larici-populina* ont été trouvés infectés en 1986 et 1987 dans une pépinière. Deux isolats prélevés sur ces clones, testés au laboratoire sur plusieurs clones, apparaissent appartenir à une troisième race physiologique, de virulence distincte de celle de E1 et de E2. Cette troisième race présente le même pouvoir pathogène que la seconde race néo-zélandaise. Le clone "Beaupré" est immun à l'égard des 3 races européennes; "Onda", "Guariento" et "Robusta" sont sensibles; "Ogy" n'est infecté que par la race E2 tandis que les clones "Altichiero", "L. Avanzo", *Populus candidans*, "Carpaccio", "NL 2842", "NL 3495", "NL 3512", "Tiepolo" et "Véronèse" ne sont infectés que par cette troisième race.

ABSTRACT - Several poplar clones, usually totally resistant to race E1 and E2 of *Melampsora larici-populina* were found infected in a nursery in 1986 and 1987. Two isolates issued from these clones were inoculated in the laboratory to several clones and it appeared that they belong to a third physiological race, distinct in virulence from E1 and E2. This third race is identical in pathogenicity to the second New-Zealand race. "Beaupré" is immune to the 3 european races; "Onda", "Guariento" and "Robusta" susceptible to them; "Ogy" only susceptible to E2 while "Altichiero", "Avanzo", *Populus candidans*, "Carpaccio", "NL 2842", "NL 3495", "NL 3512", "Tiepolo" and "Véronèse" are infected only by this third race.

MOTS CLÉS : Peuplier, rouille, races.

INTRODUCTION

Melampsora larici-populina Klebahn est le principal agent de la rouille foliaire des peupliers en Europe. Sa variabilité a d'abord été explorée par Van Vloten (1949) aux Pays-Bas qui décrit 3 races physiologiques plus une albinos. Plus récemment, les observations de Steenackers (1982), confirmées par nos essais de laboratoire (Pinon & Bachacou, 1984; Pinon & al., 1987), permirent de

CLONES	Classes d'infection (%)				Nbre total de feuilles notées
	1	2	3	4	
Tiepolo a	100	0	0	0	426
L. Avanzo a	100	0	0	0	211
Carpaccio a	100	0	0	0	305
Altichiero a	100	0	0	0	39
NL 3495 c	89	8	2	1	484
NL 3512 b	97	2	1	0	662
NL 2842 c	90	9	1	0	248

Tableau 1: infection naturelle en pépinière (août 1986). Les clones suivis d'une lettre différente sont distincts au seuil de 5% (test du 2 I).

Table 1: natural infection in nursery (August 1986). Clones followed by a different letter differ significantly at 5% level (2 I test).

CLONES	Classes d'infection (%)				Nbre total de feuilles notées
	1	2	3	4	
Tiepolo a	99	1	0	0	237
L. Avanzo a	99	1	0	0	331
Carpaccio b	95	5	0	0	287
Altichiero c	55	29	10	6	69
NL 3495 c	39	34	14	13	201
NL 3512 d	35	52	12	1	286
NL 2842 e	25	28	23	24	142

Tableau 2: infection naturelle en pépinière (septembre 1987). Les clones suivis d'une lettre différente sont distincts au seuil de 5% (test du 2 I).

Table 2: natural infection in nursery (September 1987). Clones followed by a different letter differ significantly at 5% level (2 I test).

conclure à l'existence en France et au Benelux d'au moins 2 races que nous avons appelées E1 et E2. Cette dernière remettant en cause la réputation de résistance de certaines sélections récentes de peuplier, nous avons contaminé au laboratoire une trentaine de clones afin d'estimer leur réaction à l'égard de ces 2 races. Cette expérimentation a permis de classer ces clones en 3 catégories: sensibles aux 2 races (par exemple "Robusta" et "I-214"), totalement résistants à E1 mais plus ou moins sensibles à E2 ("Isières", "Ogy", "Spijk", "Rap" et un "faux Unal") ou totalement résistants aux 2 races.

Cette dernière catégorie rassemble des sélections belges ("Beaupré"), italiennes ("Aluchiero", "L. Avanzo", "Carpaccio" et "Tiepolo") et néerlandaises ("NL 2842", "NL 3495" et "NL 3512"). "NL 2842" est un interaméricain alors que "NL 3512" et "NL 3495" sont des euraméricains. Toutefois, tous ces clones, à l'exception de "Beaupré", ont présenté des infections naturelles par *M. larici-populina* dans notre pépinière en 1986 et/ou 1987. De cette contradiction apparente entre les résultats de laboratoire et les observations de pépinière est née l'hypothèse de l'existence d'une race distincte de E1 et de E2. Cette hypothèse a été éprouvée au cours d'essais qui font l'objet de cette note.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Notations des infections naturelles

Cette notation a été pratiquée sur des rejets de pieds-mères soumis à l'infection naturelle en 1986 et 1987. Chaque feuille est affectée d'une note selon son degré d'infection. Les attaques étant relativement modérées au cours de ces 2 années, nous avons opté pour l'échelle de notation proposée par Ridé (comm. pers.) pour *Marssonina brunnea* (Ell. et Ev.) P. Magn.: 1 = absence d'infection, 2 = 1 à 10 sores par feuille, 3 = 11 à 100 sores par feuille, 4 = plus de 100 sores par feuille.

Ces observations ont été conduites du 5 au 18 août 1986 et du 21 au 27 septembre 1987. Chaque clone est ainsi caractérisé par une distribution entre les classes d'infection. La comparaison des clones entre eux s'appuie sur le test du "2 I", équivalent au test du χ^2 , mais moins contraignant dans ses hypothèses (Arbonnier, 1966).

Tests de contaminations artificielles au laboratoire

Au cours de l'été 1987, des sporées ont été récoltées sur plusieurs clones (dont "NL 2842" et "NL 3495") et conservées en paillettes dans l'azote liquide après dessiccation partielle. Au printemps 1988, ces sporées sont utilisées pour infecter des feuilles saines des mêmes clones afin de les multiplier. Les races E1 et E2 sont multipliées respectivement sur "Robusta" et "Ogy".

Les feuilles destinées au test d'infection proviennent de plants élevés en serre sur un mélange tourbe-sable fertilisé. Pour un essai donné, chaque clone est

représenté par 3 plants et est infecté par les 3 isolats (E1, E2, et les isolats prélevés sur les clones "NL 2842" ou "NL 3495"). Pour pallier les effets liés à la physiologie des plants et des feuilles, les 3 isolats sont appliqués selon une répartition rigoureuse sur des disques foliaires en tenant compte de l'origine des feuilles (plants n° 1, 2 ou 3), de leur âge et de la position initiale des disques prélevés sur les feuilles (apex, côté gauche et côté droit).

CLONES	ISOLATS		
	E1	E2	ex 'NL 2842'
Altichiero *	0	0	27,32 ± 7,34 b
L. Avanzo	0	0	39,97 ± 8,85 (16,12 ± 3,72) b
Beaupré	0, HS	0, HS	HS
Carpaccio	0, HS	0, HS	54,47 ± 6,97 (23,82 ± 3,01) a
Guariento	15,58 ± 3,35 (2,92 ± 1,55)	5,39 ± 1,88, HS	13,79 ± 2,71 (4,55 ± 1,70) c
NL 2842	HS	0	11,51 ± 2,2 cd
NL 3495	0	0	9,58 ± 3,39 cd
NL 3512	0	0	11,67 ± 4,67 cd
Ogy	0	29,7 ± 6,46	0
Onda	4,91 ± 1,78 (0,76 ± 0,87)	4,47 ± 3,48 (0,93 ± 0,92)	4,13 ± 2,09 (0,85 ± 0,64) e
Rap	0, HS	17,54 ± 2,58	0
Robusta	17,46 ± 2,52	23,26 ± 4,2	12,17 ± 1,88 c
Tiepolo	0, HS	0	36,83 ± 6,05 (21,16 ± 3,94) b
Véronèse	0	0	7,11 ± 1,91 de

Tableau 3: infection par les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 2842". Résultats exprimés en nombre de sores par disque foliaire de Ø 30mm. Le premier nombre concerne l'ensemble des sores, celui entre parenthèses porte uniquement sur les sores sporulés. L'intervalle de confiance a été calculé pour un risque de 5%. HS indique la présence de réactions hypersensibles. Pour l'isolat issu de "NL 2842" les clones suivis d'une lettre différente sont distincts au seuil de 5%. * un seul rameau contaminé.

Table 3: infection due to E1 and E2 races and the isolate from clone "NL 2842". Results are expressed in sores number per foliar disc (Ø 30mm). The first figure is relative to all the sores while figure in brackets indicates only sporulated sores. Confidence interval is calculated at level 5%. HS means hypersensitive reactions. Within the isolate from clone "NL 2842", clones followed by different letter differ significantly at 5% level. * only one twig inoculated.

Deux essais distincts ont été conduits: le premier implique les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 2842", le second met en oeuvre les races E1, E2 et l'isolat issu du clone "NL 3495". Lors du premier essai, plus de 10 feuilles sont généralement récoltées sur chaque plant. Selon la taille des feuilles, les disques sont découpés avec des emporte-pièces de 47, 30 et 10mm de diamètre. Le diamètre de 30mm étant le plus fréquent, tous les résultats lui sont rapportés. Dans le second essai, seules 10 feuilles sont détachées de chaque rameau et tous les disques prélevés mesurent 30mm de diamètre.

Les suspensions de spores sont ajustées à 5000 spores/ml dans de l'eau gélosée à 0,1 g/l, maintenue à + 1°C pour retarder la germination des spores

CLONES	ISOLATS		
	E1	E2	ex 'NL 2842'
Altichiero*	-	-	6,17 ± 0,18
L. Avanzo	-	-	6,23 ± 0,31
Beaupré	-	-	-
Carpaccio	-	-	6,12 ± 0,16
Guariento	6,5 ± 0,28	5,37 ± 0,28	6,30 ± 0,17
NL 2842	-	-	6,03 ± 0,06
NL 3495	-	-	6,0 ± 0
NL 3512	-	-	6,04 ± 0,08
Ogy	-	5,0 ± 0	-
Onda	6,2 ± 0,26	5,22 ± 0,44	7,38 ± 0,82
Rap	-	5,0 ± 0	-
Robusta	6,0 ± 0	5,0 ± 0	6,15 ± 0,12
Tiepola	-	-	6,00 ± 0
Véronèse	-	-	6,28 ± 0,20

Tableau 4: durée d'incubation (jours) après la contamination par les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 2842". La comparaison des clones inoculés par l'isolat "NL 2842" par analyse de variance conclut à l'absence de différences significatives. * un seul rameau contaminé.

Table 4: incubation duration (days) after inoculation with E1 and E2 races and the isolate from clone "NL 2842". Comparison between clones inoculated with the isolate from "NL 2842", through variance analysis, indicates the absence of significant differences. * only one twig inoculated.

CLONES	ISOLATS		
	E1	E2	"NL 2842"
Altichiero*	-	-	10,78 ± 0,91 c
L. Avanzo	-	-	13,0 ± 0 e
Beaupré	-	-	-
Carpaccio	-	-	12,69 ± 0,26 de
Guariento	12,91 ± 0,09	10,26 ± 0,58	12,43 ± 0,38 d
NL 2842	-	-	8,80 ± 0,37 b
NL 3495	-	-	9,42 ± 0,47 b
NL 3512	-	-	8,88 ± 0,50 b
Ogy	-	7 ± 0,45	-
Onda	13 ± 0	12,0 ± 0	13,0 ± 0 e
Rap	-	7,15 ± 0,28	-
Robusta	9,32 ± 0,46	7,88 ± 0,39	9,74 ± 0,33 b
Tiepolo	-	-	12,13 ± 0,40 de
Véronèse	-	-	8,13 ± 0,53 a

Tableau 5: durée de la latence infectieuse (jours) après la contamination par les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 2842". La comparaison des clones inoculés par l'isolat "NL 2842" par analyse de variance conclut à l'existence de différences significatives entre clones aux seuils de 5% et de 1%. Les clones suivis d'une lettre différente sont distincts au seuil de 5%. * un seul rameau contaminé.

Table 5: time to sporulation (days) after inoculation with E1 and E2 races and the isolate from clone "NL 2842". Comparison between clones inoculated with the isolate from "NL 2842", through variance analysis, indicates significant differences at 5% and 1% levels. Clones followed by a different letter, differ significantly at level 5%. * only one twig inoculated.

avant leur pulvérisation sur les disques foliaires. Dans le second essai, le pouvoir germinatif des 3 sporées est estimé après 24h sur gélose (13°C, obscurité) afin de pondérer les résultats ultérieurs de l'infection. Le test est réalisé par pulvérisation des suspensions de spores sur la face inférieure des disques foliaires en évitant la coalescence des gouttelettes. Les disques foliaires sont mis à flotter individuellement sur de l'eau déminéralisée dans des boîtes de Petri. Les essais, comprenant environ 900 boîtes, n'ont pu être placés en chambre climatisée. Les boîtes sont installées sous tubes fluorescents sur les paillasse du laboratoire. Lors

CLONES	ISOLATS		
	E1	E2	ex 'NL 3495'
Altichiero	NT	NT	33,03 \pm 3,48 ef c
L. Avanzo	NT	NT	30,50 \pm 3,61 ef (23,25 \pm 3,00) cd
Beaupré	NT	NT	■
<i>P. candicans</i>	0	■	21,21 \pm 2,49 fg (21,17 \pm 2,50) cd
Carpaccio	NT	NT	76,72 \pm 6,53 a (55,54 \pm 4,51) b
Guariento	22,45 \pm 2,36 (2,81 \pm 0,55) b	43,05 \pm 4,03 (12,72 \pm 2,25) ■	51,40 \pm 2,27 cd (9,84 \pm 1,42) de
NL 2842	0	■	11,19 \pm 2,43 g de
NL 3495	0	0	12,50 \pm 1,85 g de
NL 3512	0	■	10,92 \pm 2,10 g de
Ogy	0	20,50 \pm 2,98 ■	0
Onda	46,81 \pm 6,34 (0,60 \pm 0,28) a	43,51 \pm 5,60 (4,27 \pm 1,37) a	39,86 \pm 4,85 de (0,59 \pm 0,23) e
Rap	0	7,96 \pm 1,52 c	0
Robusta	19,72 \pm 2,87 b	29,56 \pm 3,01 ■	47,81 \pm 4,87 cd b
Tiepolo	NT	NT	55,54 \pm 4,00 bc (30,60 \pm 3,30) c
Véronèse	0	0	65,01 \pm 6,13 ■ a

Tableau 6: infection par les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 3495".

Résultats exprimés en nombre de sores par disque foliaire de Ø 30mm. Le premier concerne l'ensemble des sores (par disque de 30mm de Ø), celui entre parenthèses porte uniquement sur les sores sporulés. L'intervalle de confiance a été calculé pour un risque de 5%. Les clones suivis d'une lettre différente (au sein d'un isolat donné) sont distincts au seuil de 5%. NT = non testé.

Table 6: infection due to E1 and E2 races and the isolate from clone "NL 3495". Results are expressed in sores number per foliar disc (Ø 30mm). The first figure is relative to all sores while figure in brackets indicates only sporulated sores. Confidence interval is calculated at 5% level. Clones followed by a different letter (for a given isolate) differ significantly at 5% level. NT = not tested.

du premier essai, la température a varié entre 22 et 25°C; elle était inférieure pour le second (21 à 23°C).

Chaque disque ■ fait l'objet d'une observation quotidienne afin de détecter l'apparition des sores puis leur sporulation. On estime ainsi le temps séparant la contamination de chacun de ces 2 événements. Ces 2 périodes sont appelées respectivement incubation et latence infectieuse. En fin d'expérience, tous les sores

CLONES	ISOLATS		
	E1	E2	ex 'NL 3495'
Altichiero	NT	NT	5,23 ± 0,07
L. Avanzo	NT	NT	5,73 ± 0,05
Beaupré	NT	NT	-
<i>P. candicans</i>	-	-	5,57 ± 0,04
Carpaccio	NT	NT	5,80 ± 0,07
Guariento	5,96 ± 0,04	5,41 ± 0,09 b	5,70 ± 0,04
NL 2842	-	-	6,10 ± 0,14
NL 3495	-	-	5,67 ± 0,09
NL 3512	-	-	5,53 ± 0,14
Ogy	-	5,70 ± 0,11 ab	-
Onda	5,59 ± 0,07	5,26 ± 0,17 b	5,27 ± 0,10
Rap	-	6,60 ± 0,13 a	-
Robusta	5,70 ± 0,11	5,73 ± 0,15 ab	5,33 ± 0,11
Tiepolo	NT	NT	5,53 ± 0,15
Véronèse	-	-	5,43 ± 0,12

Tableau 7: durée d'incubation (jours) après contamination par les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 3495". Les seules différences significatives entre clones concernent la race E2 (seuil 5%). NT = non testé.

Table 7: incubation duration (days) after inoculation by E1 and E2 races and the isolate from clone "NL 3495". Significant differences between clones appear only for E2 race (5% level). NT = not tested.

sont dénombrés et l'infection est exprimée en nombre de sores par disque de 30mm de diamètre. Parfois tous les sores ne sont pas parvenus à sporulation et nous en avons tenu compte dans les tableaux décrivant l'infection. On a également noté la présence de réactions hypersensibles chez certains couples incompatibles. Les résultats ont été traités sur le plan statistique par analyse de variance, par test t (premier essai) et par test de Newman et Keuls (second essai).

RÉSULTATS

Infections observées en pépinière

En 1986, les clones italiens ("Tiepolo", "L. Avanzo", "Carpaccio" et "Altichiero") étaient indemnes alors que des infections se manifestaient sur les 3 clones hollandais (série NL). Parmi ceux-ci, "NL 3495" et "NL 2842" ne se distinguaient pas significativement (Tab. 1). En 1987, les notations ont été plus tardives et chaque clone portait, avec des intensités variables, des traces de rouille imputables en majorité à *M. larici-populina* (Tab. 2). L'analyse statistique indique l'existence de différences significatives entre clones et, d'une manière générale, l'infection était un peu plus forte chez les clones hollandais. Parmi ceux-ci, "NL 3512" et "NL 2842" portaient aussi quelques traces de *M. allii-populina* Kleb.

Pouvoir pathogène de l'isolat récolté sur le clone "NL 2842"

Quatorze clones ont été testés vis-à-vis des races E1 et E2 et de l'isolat prélevé sur "NL 2842". Les résultats relatifs à l'infection sont récapitulés l'annexe 3. Ils confirment tout d'abord des résultats antérieurs: "Ogy" et "Rap" sont résistants à E1 mais sensibles à E2, "Robusta" est sensible à ces 2 races et "Beaupré" complètement résistant.

En second lieu, on constate que l'isolat issu de "NL 2842" est capable d'infecter des clones résistants à E1 et à E2 mais laisse indemne "Ogy", "Rap" et "Beaupré". Les niveaux d'infection des clones sensibles à cet isolat présentent des différences significatives et importantes. La durée d'incubation associée à cet isolat est sensiblement la même pour tous les clones (Tab. 4), alors que la latence infectieuse distingue les clones entre eux (Tab. 5). Les valeurs relevées pour l'infection (sores sporulés et non sporulés) et celles relatives à la latence infectieuse après inoculation de l'isolat prélevé sur "NL 2842" sont faiblement corrélées (significativement à la limite de 5%). Ceci reflète une grande diversité de comportement des différents clones: aux latences infectieuses les plus longues correspondent aussi bien des infections sévères ("Carpaccio") que modestes ("Onda"). Le clone "NL 2842" ne figure pas parmi les plus touchés et, plus généralement, les 3 clones hollandais (NL) sont homogènes, présentant une infection modérée mais une latence infectieuse assez courte. Les clones italiens offrent une plus grande diversité de comportement pour ces deux caractères.

Pouvoir pathogène de l'isolat récolté sur le clone "NL 3495"

Le comportement de certains clones à l'égard des races E1 et E2 ayant déjà été établi à plusieurs reprises, ces clones n'ont été soumis, au sein de ce deuxième essai, qu'à l'infection par l'isolat issu du clone "NL 3495". Toutefois "Ogy", "Rap" et "Robusta" ont été contaminés par les 3 isolats afin de contrôler la pureté des sporées de E1 et E2. Un quinzième clone a été ajouté: il s'agit d'un

CLONES	ISOLATS		
	E1	E2	ex 'NL 3495'
Altichiero	NT	NT	8,10 \pm 0,19 c
L. Avanzo	NT	NT	12,73 \pm 0,07 a
Beaupré	NT	NT	-
<i>P. candicans</i>	-	-	7,47 \pm 0,05 c
Carpaccio	NT	NT	12,97 \pm 0,12 a
Guariento	13,93 \pm 0,09 a	10,93 \pm 0,05 b	13,0 \pm 0,22 a
NL 2842	-	-	8,27 \pm 0,37 c
NL 3495	-	-	8,33 \pm 0,12 c
NL 3512	-	-	8,83 \pm 0,08 c
Ogy	-	7,82 \pm 0,07 d	-
Onda	14,0 \pm 0,05 a	13,70 \pm 0,04 a	13,53 \pm 0,11 a
Rap	-	8,56 \pm 0,08 c	-
Robusta	7,97 \pm 0,14 b	7,76 \pm 0,05 d	8,53 \pm 0,12 c
Tiepolo	NT	NT	11,03 \pm 0,25 b
Véronèse	-	-	7,87 \pm 0,18 c

Tableau III: durée de la latence infectieuse (jours) après contamination par les races E1, E2 et l'isolat prélevé sur le clone "NL 3495". Des clones se distinguent significativement entre eux au sein de chaque isolat (seuil 5%). NT = non testé.

Table 8: time to sporulation (days) after inoculation with E1 and E2 races and the isolate from clone "NL 3495". Significant differences between clones appear for each isolate (5% level). NT = not tested.

Populus candicans Ait. dont les boutures ont été prélevées sur un arbre d'ornement. L'intérêt porté à cette espèce réside dans les résultats antérieurs de Van Vloten (1949) et de Latch & Wilkinson (1980) qui indiquent une réaction différentielle par rapport aux isolats de *M. larici-populina*.

Les notations ont été ici pondérées en tenant compte du pouvoir germinatif de chacune des sporées (respectivement 78,3% pour E1, 87,5% pour E2 et 96,5% pour le troisième isolat). Du point de vue qualitatif, les résultats d'infection (Tab. 6) recourent très exactement ceux obtenus avec l'isolat prélevé sur "NL 2842". L'absence de réaction hypersensible est probablement attribuable aux conditions thermiques de l'essai. Au sein de chaque isolat, des différences significatives ap-

paraissent, en particulier dans le cas de l'isolat nouveau. Alors que les durées d'incubation ne sont discriminantes entre clones que pour la race E2 (Tab. 7), les durées de latence infectieuse (Tab. 8) attestent pour tous les clones des différences quantitatives quel que soit l'isolat. Comme lors du premier essai, les sélections hollandaises constituent un groupe homogène, immun à l'égard de E1 et E2 et un peu infecté par le troisième isolat mais présentant de courtes latences infectieuses. Peu de clones peuvent être infectés par les 3 races. Alors qu'"Onda" leur manifeste une égale sensibilité, "Robusta" semble beaucoup plus infecté par l'isolat issu de "NL 3495".

DISCUSSION ET CONCLUSION

Sur le plan qualitatif, il apparaît nettement que les isolats prélevés sur les clones "NL 2842" et "NL 3495" sont capables d'infecter les mêmes clones et se distinguent des races E1 et E2 précédemment décrites. Ces distinctions qualitatives sont beaucoup moins sujettes aux paramètres expérimentaux (physiologie des plants, conditions climatiques, pouvoir germinatif) et on peut donc conclure à l'existence d'une troisième race physiologique de *M. larici-populina* en Europe. Finalement les clones que nous avons étudiés se classent en 4 catégories:

- résistant à l'égard des trois races: "Beaupré"
- sensibles uniquement à la race E2: "Ogy" et "Rap"
- sensibles uniquement à la troisième race: "Altichiero", "L. Avanzo", *P. candicans*, "Carpaccio", "NL 2842", "NL 3495", "NL 3512", "Tiepolo" et "Véronèse".
- sensibles aux trois races: "Guariento", "Onda" et "Robusta".

Par sensibles nous entendons capables d'être infectés sans tenir compte du degré d'infection.

Cette troisième race présente en Europe est-elle semblable à d'autres races décrites par ailleurs? En excluant *P. candicans* (dont l'identité clonale n'est pas certaine), 8 clones sont communs à nos essais et à ceux rapportés par Van Kraayenoord (1984) en Nouvelle-Zélande. Cet auteur indique que "Altichiero", "L. Avanzo", "Carpaccio", "Tiepolo" et "Véronèse" sont immuns à l'égard des races localement prédominantes mais sont très sensibles à d'autres races décelées sporadiquement entre 1973 et 1983. De même, dans nos essais tous ces clones ont résisté aux races E1 et E2 mais ont été infectés par la troisième. Van Kraayenoord signale la résistance de "Beaupré" et la sensibilité de "Guariento" et de "Robusta" à l'égard de toutes les races présentes en Nouvelle-Zélande. Il apparaît donc une complète analogie entre ces résultats et les nôtres, la troisième race pouvant s'identifier à la race NZ-2 de Latch & Wilkinson (1980). Les indications néo-zélandaises relatives à NZ-1 sont toutefois trop succinctes pour envisager une analogie avec E1 ou E2. Il est possible que l'une des races décrites par Van Vloten (1949) soit comparable à notre troisième race et nous engageons des vérifications dans ce sens.

Les isolats prélevés sur les clones "NL 2842" et "NL 3495" présentent exactement la même virulence à l'égard des clones que nous avons contaminés. Sur

le plan quantitatif, il demeure difficile de les distinguer formellement: le coefficient de corrélation de rang (Spearman) est significatif au seuil de 1% pour la latence infectieuse induite par les 2 isolats, mais celui relatif à l'infection ne l'est pas. Il est possible que l'absence de relation entre les 2 isolats pour le niveau d'infection soit due:

- au manque d'informations sur le pouvoir germinatif, au cours du 1er essai,
- à des différences entre les 2 isolats étudiés et dont l'exploration sera à entreprendre.

Une dernière comparaison porte sur les infections naturelles et artificielles par la troisième race. En 1986 et 1987, les 3 clones hollandais ont été modérément infectés en pépinière alors que les clones italiens étaient sains ou peu atteints. A l'inverse, après contamination artificielle, les clones hollandais sont les moins infectés. Toutefois leur latence infectieuse en laboratoire est plus courte que celle des clones italiens et il se pourrait donc qu'ils supportent en nature un nombre plus élevé de cycles ce qui compenserait leur moindre infection lors de chaque cycle. Il est également envisageable que la sensibilité des clones ne présente pas la même évolution au cours de la saison de végétation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient S. De Vries qui leur a fourni les boutures de la série NL, M. Le Boulter pour le clone *P. candicans* et A. Schipfer pour son assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

- ARBONNIER P., 1966 - L'analyse de l'information. Aperçu théorique et application à la loi multinomiale. *Ann. Sci. Forest.* 23: 949-1017.
- LATCH B.J. and WILKINSON A.G., 1980 - New poplar clones help distinguish races of *Melampsora larici-populina* Kleb. in New-Zealand. *Austral. Pl. Pathol.* 9: 112-113.
- PINON J. et BACHACOU J., 1984 - Existence de deux groupes d'isolats différant par leur pouvoir pathogène chez *Melampsora larici-populina*. *Compt. Rend. Séances Acad. Agric. France* 70: 114-122.
- PINON J., VAN DAM B.C., GENETET I. and DE KAM M., 1987 - Two pathogenic races of *Melampsora larici-populina* in north-western Europe. *Eur. J. Forest Pathol.* 17: 47-53.
- STEFNACKERS V., 1982 - Nouvelle race physiologique de *Melampsora larici-populina* en Belgique. FAO-CIP, 22^e réunion du Groupe de travail des maladies, Casale-Monferrato, 6-10 sept. 1982: 6p. (Communication provisoire).
- VAN KRAAYENOORD C.W.S., 1984 - National report on activities related to poplar and willow cultivation, period 1980-1983. XVII session on the IPC, Ottawa, oct. 1984: 61p.
- VAN VLOTEN H., 1949 - Kruisingsproeven met rassen van *Melampsora larici-populina* Klebahn. *Tijdschr. Plantenziekten* 55: 196-209.